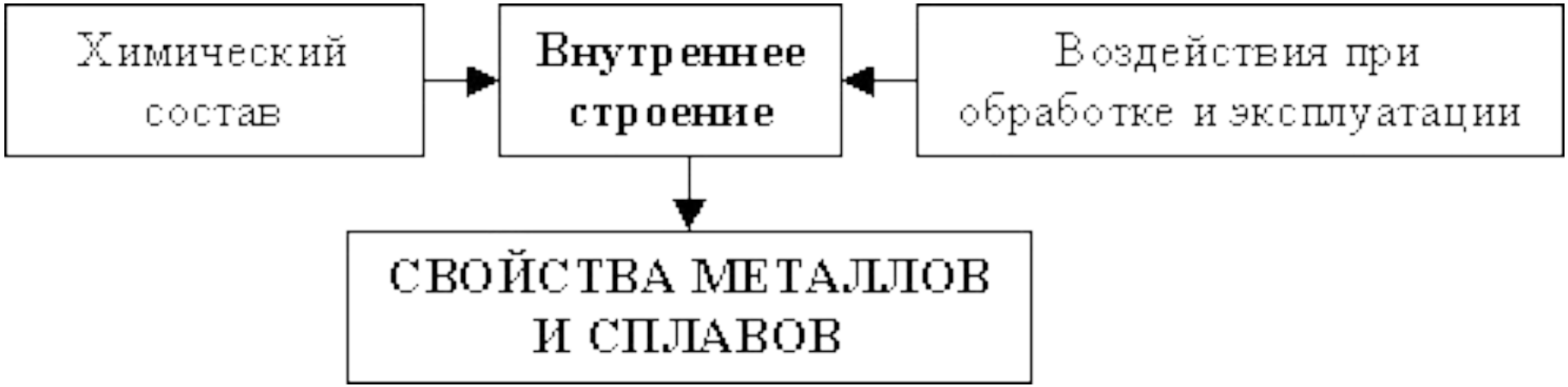
Лекция 1.
Основы кристаллического строения металлов

1. Общие сведения о металлах

Металловедение – это наука, устанавливающая связь между составом, структурой и свойствами металлов и сплавов и изучающая закономерности их изменения при тепловых, химических, механических, электромагнитных и радиоактивных воздействиях.

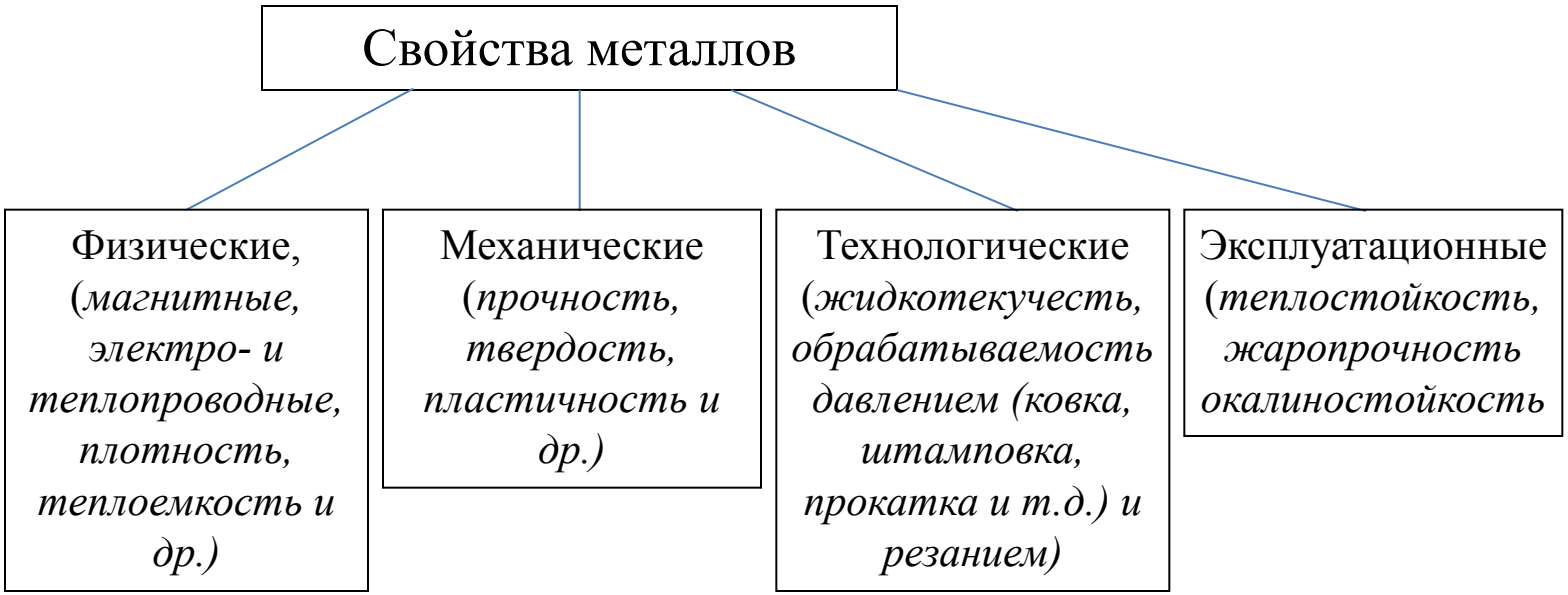


Конструкционные материалы – материалы для изготовления деталей машин и механизмов, обеспечивающие механическую прочность деталей под действием эксплуатационных нагрузок.

Основными признаками металлов являются:
- Наличие кристаллической решетки в твердом состоянии
- Высокая тепло- и электропроводность
- Способность к упругому и пластичному деформированию
- Характерный "металлический" блеск

Металлы – это вещества, обладающие в твердом состоянии высокими электро- и теплопроводностью, а также ковкостью (пластичностью), специфическим блеском и другими свойствами, обусловленными наличием свободных электронов.

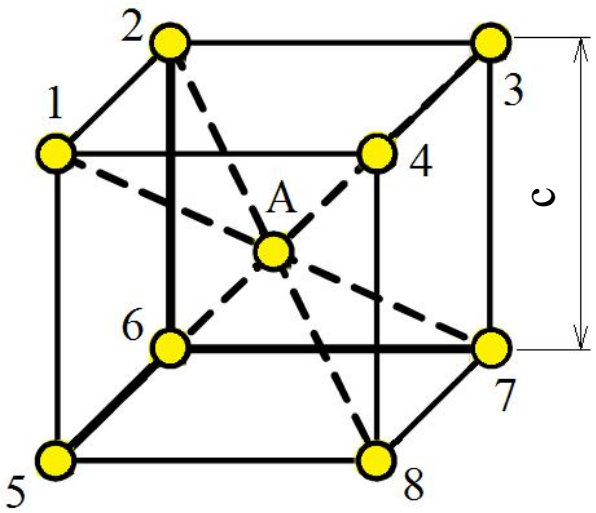
Металлические сплавы – это вещества полученные сплавлением двух и более компонентов, обладающие основными признаками металлов


Свойства металлов
Физические, (*магнитные, электро- и теплопроводные, плотность, теплоемкость и др.)*
Механические (*прочность, твердость, пластичность и др.)*
Технологические (*жидкотекучесть, обрабатываемость давлением (ковка, штамповка, прокатка и т.д.) и резанием)*
Эксплуатационные (*теплостойкость, жаропрочность окалиностойкость*

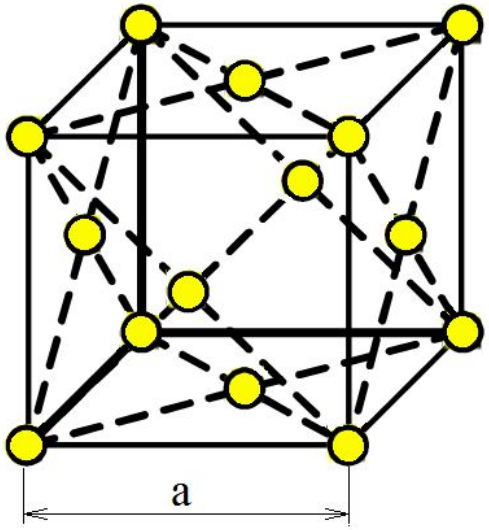
2. Классификация металлов

3. Атомно-кристаллическое строение металлов

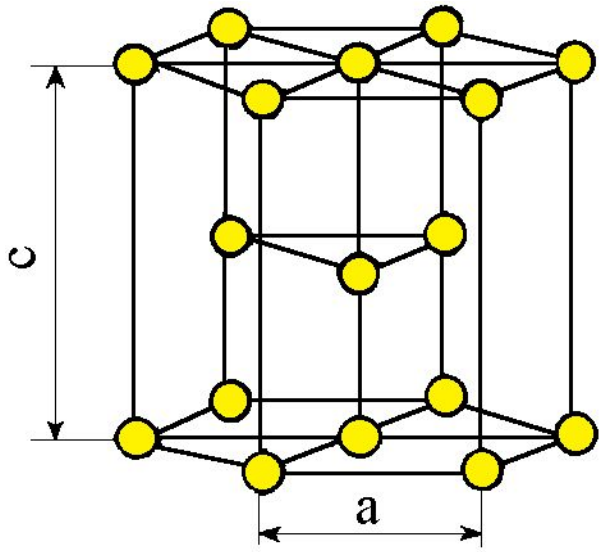
Основные типы кристаллических решеток металлов



Элементарная ячейка **объёмно-центрированной кубической (ОЦК)** кристаллической решетки



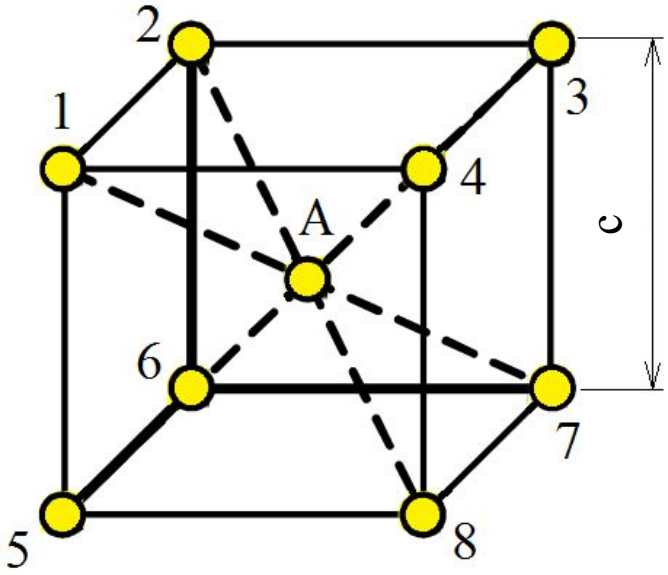
Элементарная ячейка **гранецентрированной кубической (ГЦК)** кристаллической решетки



Элементарная ячейка **гексагональной плотноупакованной (ГПУ)** кристаллической решетки

3. Атомно-кристаллическое строение металлов

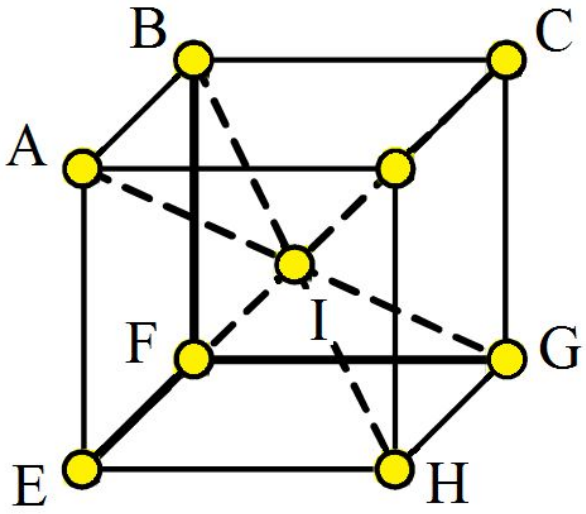
Характеристики кристаллических решеток

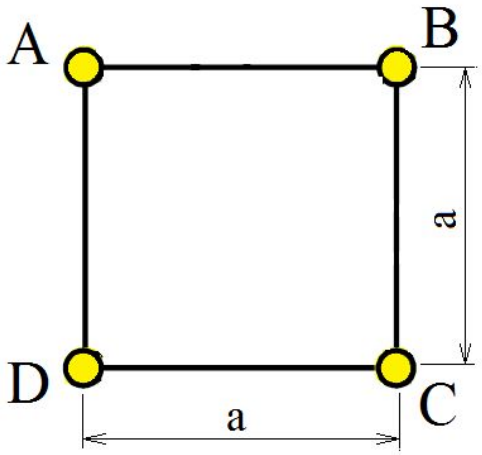


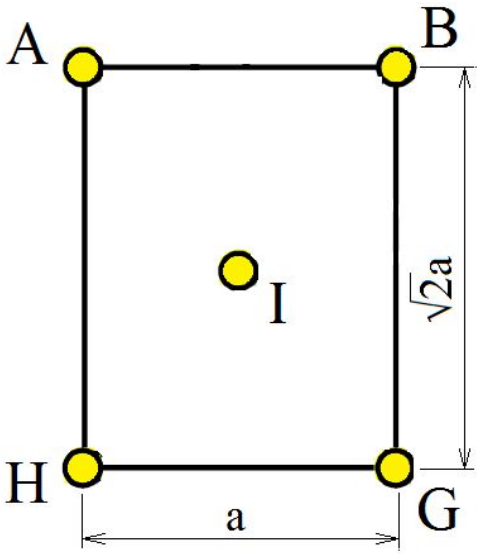
1. **Период (параметр)** кристаллической решетки (a, b, c) – это расстояние между центрами ближайших атомов в элементарной ячейке.
2. **Коэффициент компактности** (плотность упаковки атомов) – это отношение объема, занятого атомами, ко всему объему ячейки.
3. **Координационное число** – это число атомов, находящихся на равном и наименьшем расстоянии от данного атома.
4. **Степень тетрагональности** – отношение параметров решетки (c/a).

Характеристика	ОЦК	ГЦК	ГПУ
Период решетки	a	a	a, c
Коэффициент компактности	68%	74%	74%
Координационное число	К8	К12	Г12
Степень тетрагональности	1	1	1,633

4. Анизотропия свойств кристаллов





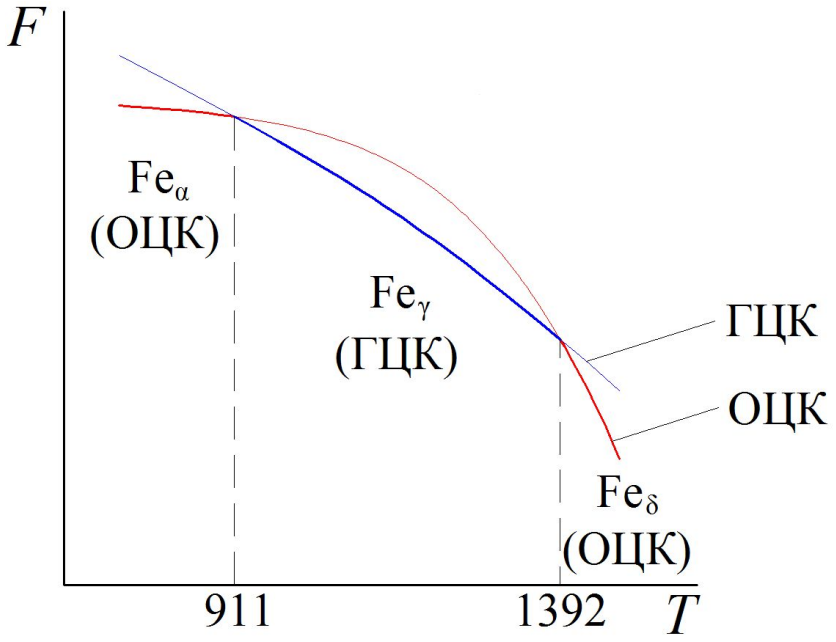


	Плоскость ABCD	**Плоскость ABGH**
Площадь	a^2	$\sqrt{2}a^2$
Количество атомов в плоскости, **принадлежащих данной ячейке**	$4\times ¼ = 1$	$4\times ¼ +1 = 2$
Площадь, приходящаяся на 1 атом (мера плотности упаковки атомов)	a^2	$\sqrt{2}a^2/2 \approx 0{,}7a^2$

5. Полиморфизм (аллотропия) свойств кристаллов

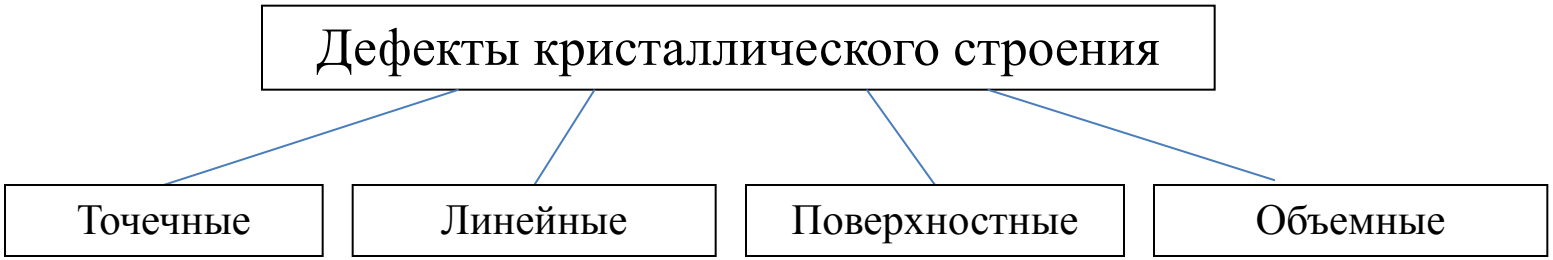
Типы кристаллических решеток чистого железа в зависимости от температуры

Интервал температур	Тип решетки	Обозначение модификации
< 911ºС	ОЦК	Fe_{α}
911…1392 ºС	ГЦК	Fe_{γ}
1392…1539 ºС	ОЦК	Fe_{δ}



Изменение свободной энергии *F* железа с различными типами кристаллической решетки в зависимости от температуры *T*

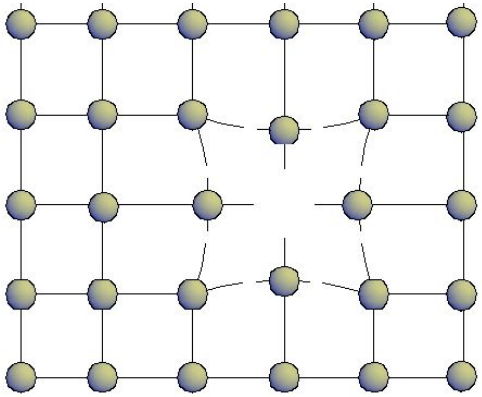
6. Дефекты кристаллического строения металлов



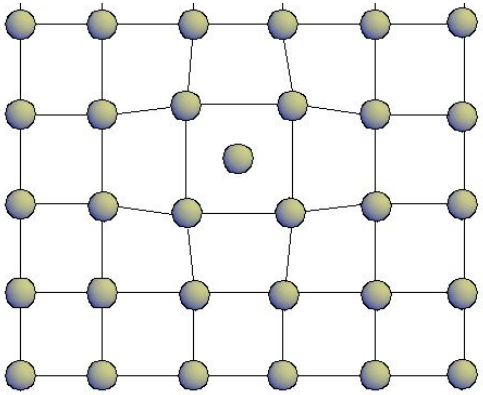
6. Дефекты кристаллического строения металлов

Точечные дефекты

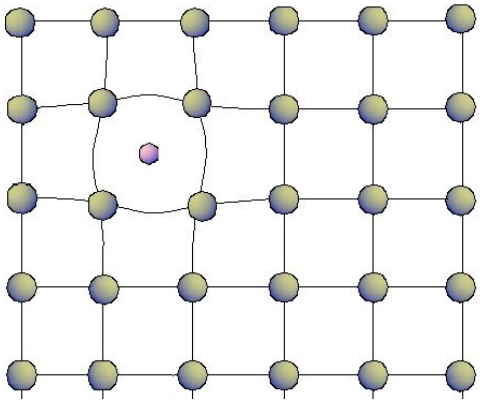
1. Вакансия



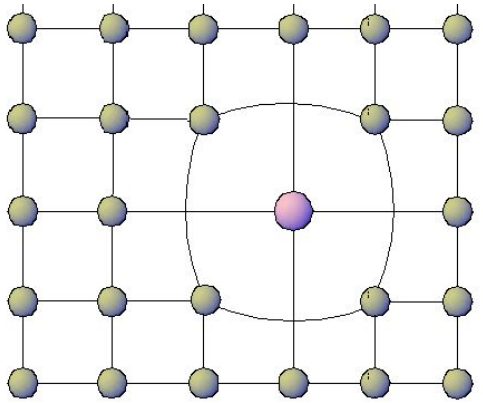
2. Межузельный атом



3. Атом внедрения

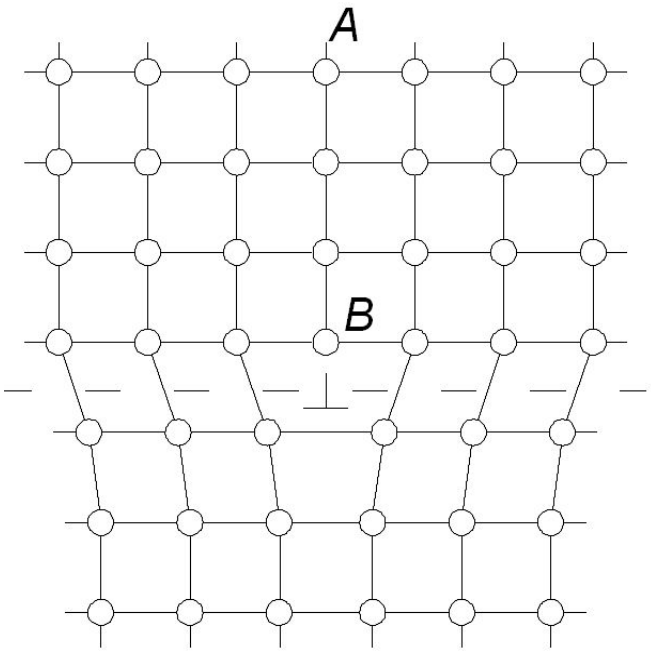


4. Атом замещения

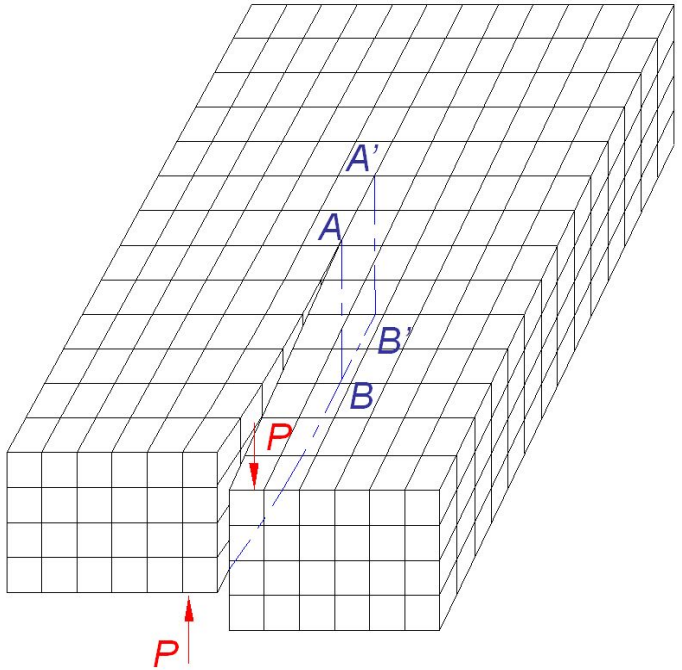


6. Дефекты кристаллического строения металлов

Линейные дефекты



Краевая дислокация



Винтовая дислокация

AA'BB' – экстраплоскость; *P* – приложенное усилие

6. Дефекты кристаллического строения металлов

Поверхностные дефекты

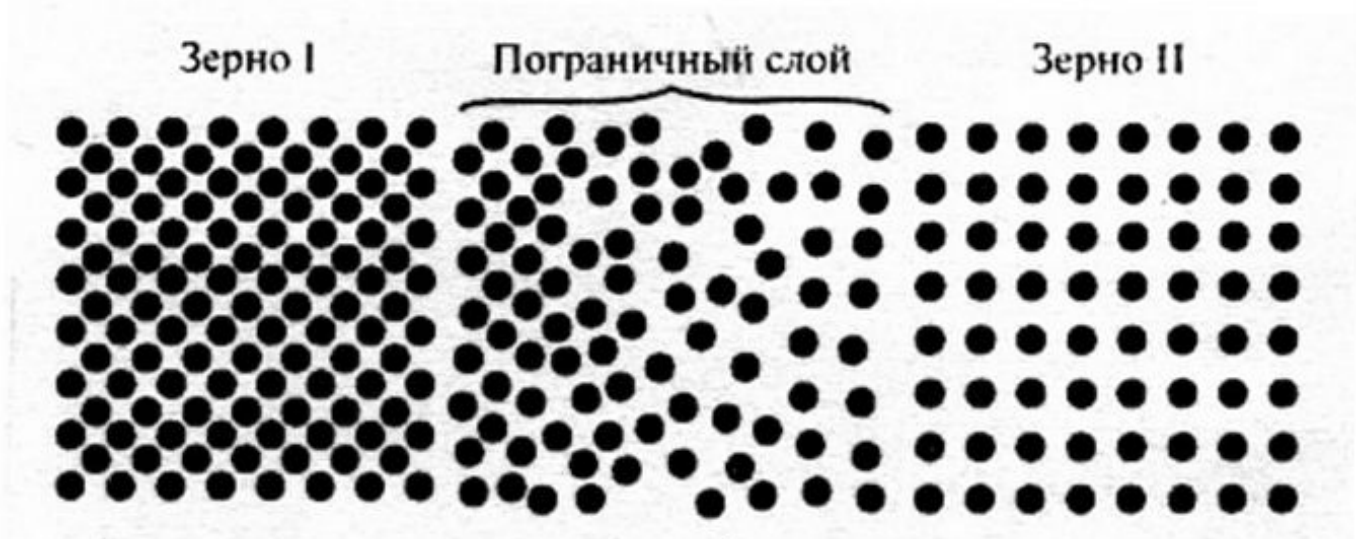


Схема границы двух зёрен

Объемные дефекты

Трещины, поры, усадочные раковины и др.

7. Общие понятия о деформации

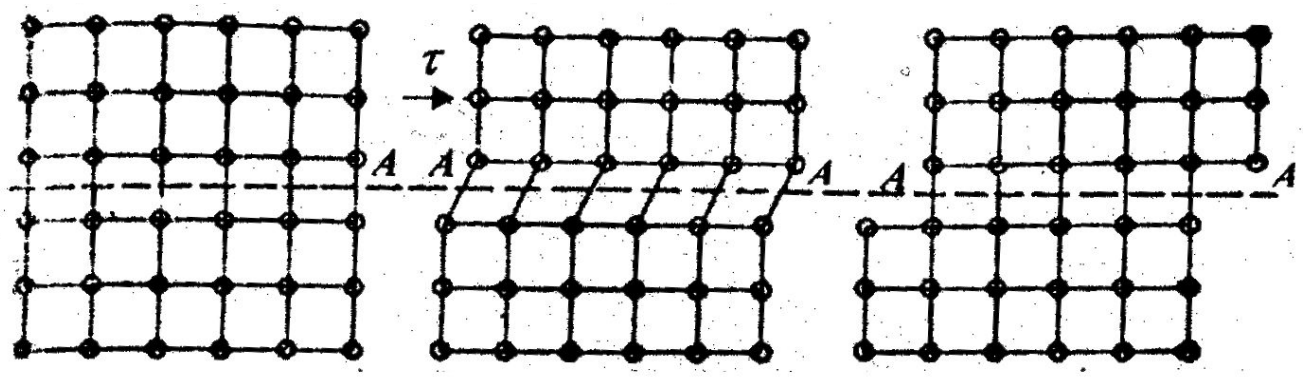


Схема пластического сдвига в идеальном кристалле

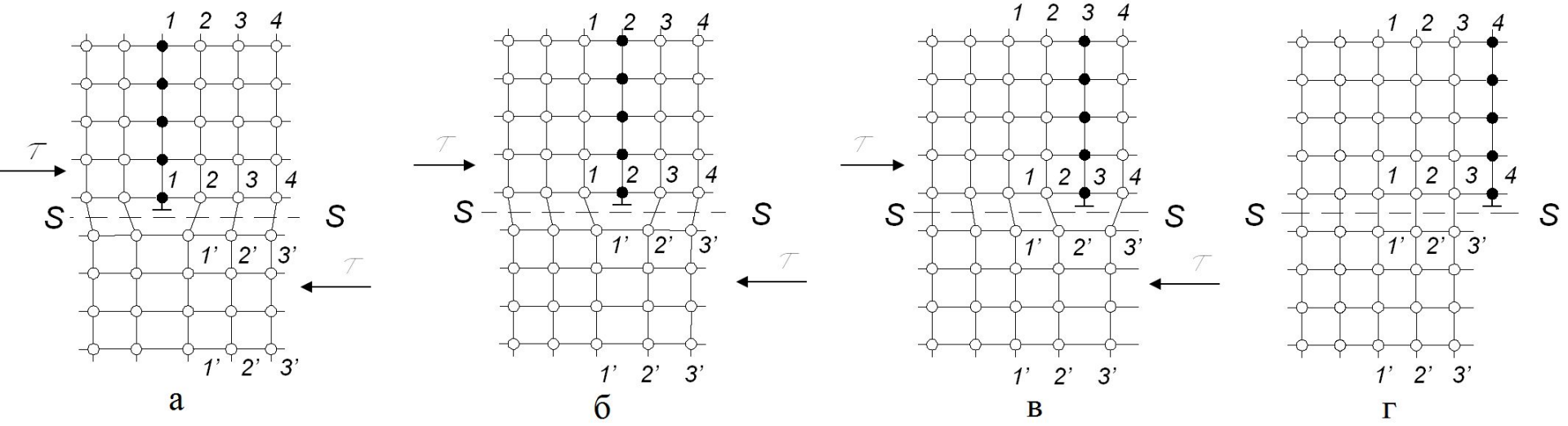
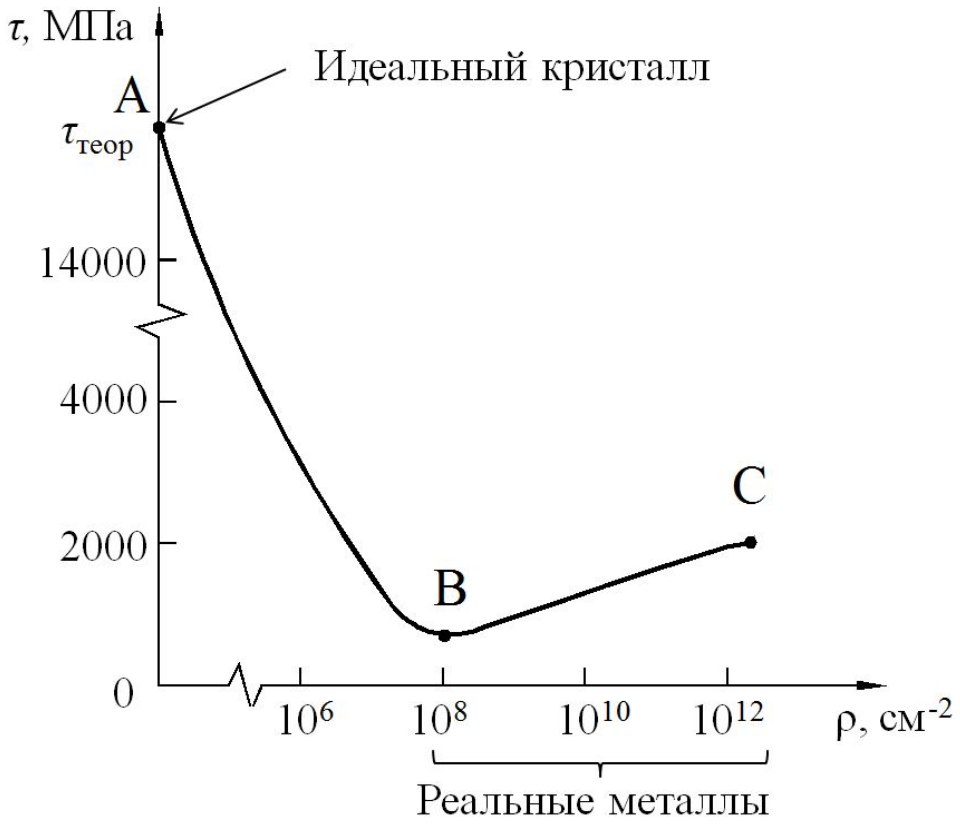


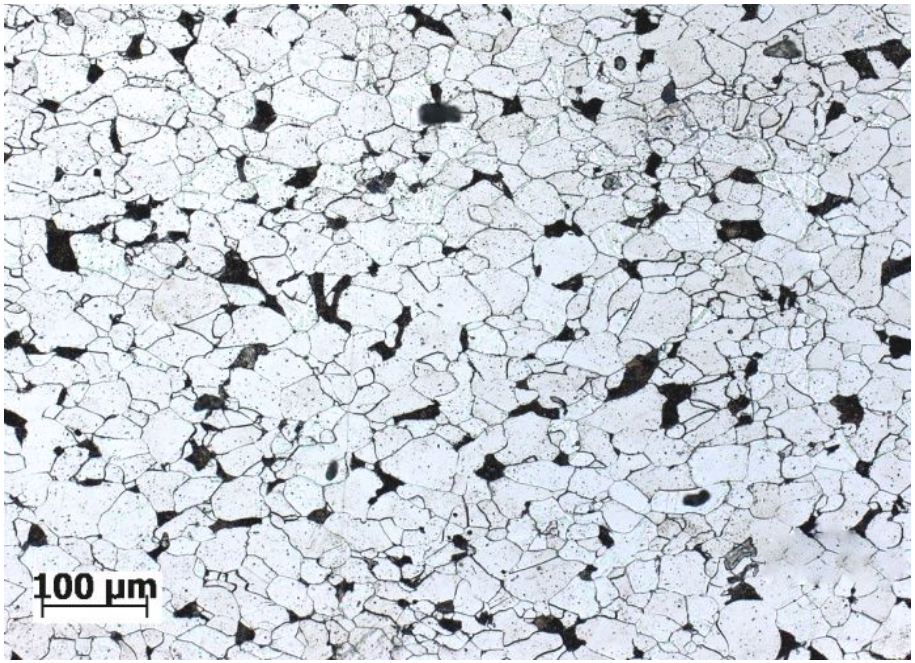
Схема дислокационного механизма пластической деформации металла (эстафетное движение к границе зерна под действием напряжения τ):

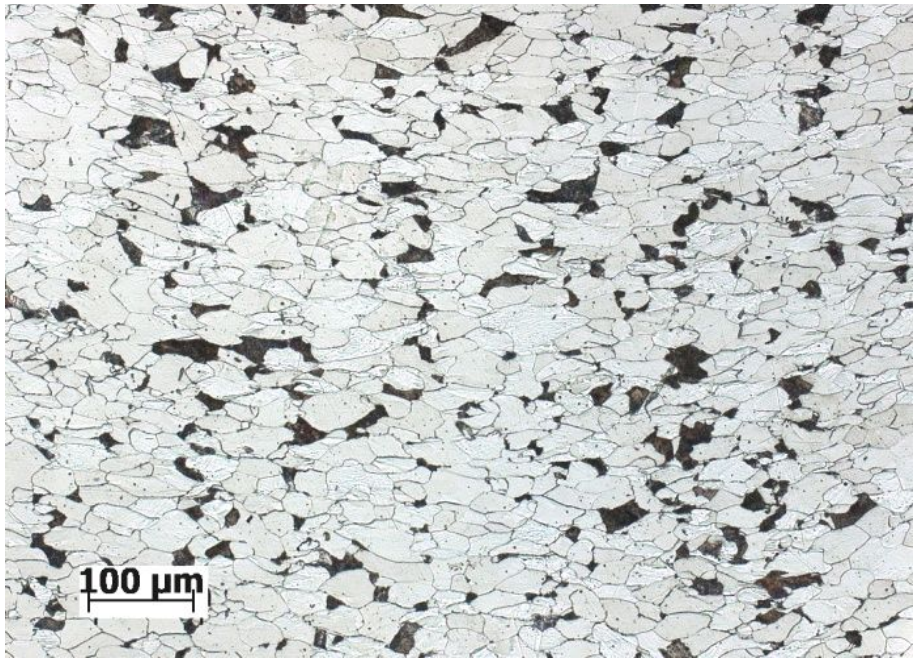
7. Общие понятия о деформации



Изменение прочности на сдвиг τ металла в зависимости от плотности дислокаций ρ (кривая Бочвара-Одинга)

7. Структура деформированного металла





Фотографии микроструктуры недеформированного (слева) и деформированного (справа) металла (материал – низкоуглеродистая сталь, увеличение 200х)

8. Влияние нагрева на строение и свойства деформированного металла (рекристаллизационные процессы)

Процессы, происходящие при нагреве деформированного металла:

Возврат (отдых) - снятие искажений кристаллической решетки, в результате чего твёрдость и прочность несколько понижаются (на 10…30 % по сравнению с исходными), а пластичность возрастает.

Рекристаллизация – процесс зарождения и роста новых зерен с меньшим количеством дефектов строения. В результате рекристаллизации образуются совершенно новые, чаще всего равноосные кристаллы.